Ⅲ－４．工作機械製造企業Ｄ社における設計製造時のリスクアセスメント

【事例の位置づけ】

この事例は、欧米向けの工作機械輸出比率が５０％をこえる工作機械メーカーのもので、リスクアセスメントの実施は、ＣＥマーキング制度のスタート時からと早く、ISO･EN･ANSI規格等を参考にして、自社のリスクアセスメント規定を定めています。

さらに、第三者機関に委託してリスクアセスメント研修を行なうなどして、社内のレベル向上を図っており、実行組織や人員体制も確立し、危険源チェックリストのデータも日々の業務の中で収集整理して活用している好事例です。

１．工場の概要

1.1　業種：

機械製造業

1.2　労働者数：

約２，５００人（４割程度の関係会社従業員を含む）

1.3　主な製造物：

工作機械等

２　設計製造時のリスクアセスメント取り組み状況（全体概要）

2.1　企業のリスクアセスメントへの取り組み方針、背景等：

（１）リスクアセスメントへの取り組み方針、設計製造管理体制上の位置づけなど

関連法規および規格を誠実に遵守し、顧客の立場に立った安全な製品の提供に努めることを基本方針にして､高度な技術水準を基にした社内基準の設定と実施に努めている。

リスクアセスメントは製品の開発基準に従い、設計審査（ＤＲ：デザインレビュー）時に安全性について検討・評価等を実施している。（設計、組立、品質保証等関連部が参加）

（２）リスクアセスメントに関する社内規定の概要

技術基準「安全設計基準と指針」（設計者必携）に基づき、ＣＥマーキング制度スタート時からリスクアセスメントを実施している。

内容は、ISO12100「機械類の安全性－設計のための基本概念、一般原則」、ISO14121「機械類の安全性－リスクアセスメントの原則」に準じている。

（３）リスクアセスメント実行組織と人員体制の概要

新規機種ごとにプロジェクトを設計者５～１０人体制で編成し、設計リスクアセスメントを行う（設計陣のみ参加）。

その内容は「製品開発基準」を基に、他部門を含めた構造検討会（ＤＲ－２）、機能評価検討会（ＤＲ－4.1）で確認し、最終的には製品として仕様、性能、安全性等につい

て品質保証部で認定を受ける。

（４）リスクアセスメントに基づく安全方策の実施体制

実製品での評価は試作部門と設計部門が共同で実施する。その後、品質保証部で実施内容を検証する（製品認定）。

（５）設計者対象のリスクアセスメント研修の実施

設計者（メカ、電気）を主な対象にして、外部のコンサルタントを講師に迎え、機械・システムにかかる賠償責任法理、工作機械のリスクアセスメントの全容、リスクの見積りの具体的な判断方法などについて、講義と実習による研修を実施した。

資料１「リスクアセスメント研修会概要」を参照。

2.2　リスクアセスメント手法の概要：

（１）リスクアセスメント実施手法の概要

技術基準「安全設計基準と指針」に基づきリスクアセスメントを実施している。この基準には、安全設計のための作業手順が１０段階のステップで構成、記述されている。

資料２「安全設計の作業手順フロー」、資料３「安全設計の作業手順表（例）」を参照。

【手順概要】

ステップ１：機械類の制限、意図する使用の決定

機械類の危険部分を各項目別、ユニット要素別にリストアップする。

ステップ２：危険源の同定

危険源の種類、対象となる人、危険領域について検討する。

このステップでは、資料４「危険源チェックリスト」を作成し活用している。これは今までの経験データを集成したものである。さらに工作機械関係のタイプＣ規格も活用している。

ステップ３：リスクの見積りとリスクレベルの判定

同定した危険源に対して「危害のひどさ」、「危険にさらされる頻度」、「危害回避の可能性」の３要素をそれぞれ２段階に区分してリスクを見積り、リスクレベル（危険度）を判定する。

① 危害のひどさ

Ｓ１　：軽傷

Ｓ２　：高度障害、死亡

② 危険にさらされる頻度

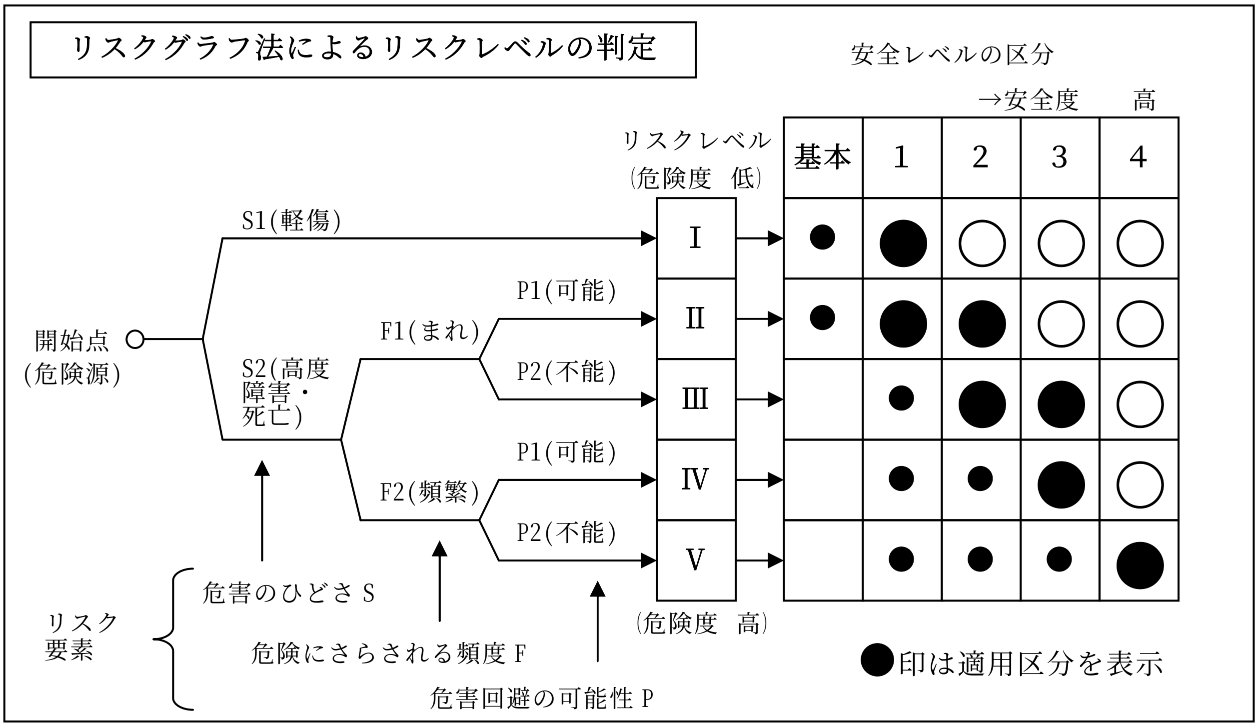
Ｆ１　：それほどでもない

Ｆ２　：頻繁

③ 危害回避の可能性

Ｐ１　：特定の条件下では可能

Ｐ２　：ほぼ不能



ステップ４：リスクレベルに応じた安全手段の概要決定

リスクレベルに対応した安全確保の手段の概要を検討する

ステップ５：安全レベルの区分と決定

安全手段に要求される安全レベルの区分を検討し決定する

安全レベルの区分表は下記による

区　分	要　求　事　項
基本レベル（Ｂ）	構成部分、制御システムの安全関連部及び／又は保護設備は予想される影響に耐え得るように、関連する規格に従って設計、製造、選択、組立、組み合わされること。
レベル１	Ｂの要求事項が適用されること。 十分吟味された構成部分及び安全原則を用いること。
レベル２	Ｂの要求事項及び十分吟味された安全原則の使用が適用されること。 安全機能は機械の制御システムにより適切な間隔でチェックされること。
レベル３	Ｂの要求事項及び十分吟味された安全原則の使用が適用されること。 －いずれの部分の単一の不具合も安全機能の喪失を招かない。 －合理的に実現可能な場合は常に単一の不具合が検出される。
レベル４	Ｂの要求事項及び十分吟味された安全原則の使用が適用されること。 安全関連部は次のように設計しなければならない。 －いずれの部分の単一の不具合も安全機能の喪失を招かない。 －単一の不具合は、安全機能に対する次の動作要求時、又はそれ以前に検出される。それが不可能な場合、不具合の蓄積が安全機能の喪失を招かないこと。

ステップ６：リスクの評価

リスク低減目標の達成度を確認する。目標に到達してない場合はリスク低減設計を実施する

ステップ７：リスク低減設計

設計段階で予見できる誤使用等、予測可能な障害を考慮に入れて検討する。

フローチャートによる予測可能な障害を考慮した設計になっているか、採用した安全手段は適正か、適用・参照した規格は何かについて確認する。ステップ７の詳細手順は下記による。

ステップ７－１　：本質的な安全設計で低減は達成できたか
ステップ７－２　：否ならば安全防護方策で低減は達成できたか
ステップ７－３　：否ならば使用上の情報提供で低減は達成できたか

この段階で否ならばステップ１に戻り、作業手順フローを繰り返す。

ステップ８：設計検証

リスクが本当に低減されたか設計検証を行う

ステップ９：製品検証

最終製品で意図した安全対策の実効性を検証する。また、銘板・取扱説明書等に意図した使用上の情報が記載されているか検証する。

ステップ１０：文書化

記録を文書化し、ドキュメントとして残しておく

（２）記録（帳票の様式、種類等）

技術基準「安全設計基準と指針」内に資料５「安全設計の作業手順／安全評価」に示すシートがある。その他、各設計基準に規定のＤＲ（デザインレビュー）記録様式がある。

（３）リスクアセスメント手法作成時に参考とした基準・規格類

下記、ＩＳＯ、ＥＮおよびＡＮＳＩ規格を参考にした。

ISO12100 「機械類の安全性－基本概念、設計のための一般原則」
ISO14121 「機械類の安全性－リスクアセスメントの原則」
ISO13849－1「機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第１部：設計のための一般原則」
ＥＮ２９２ 「機械類の安全性－基本概念、設計原則」
ＥＮ２９４ 「機械類の安全性－上肢が危険区域に届かない安全な距離」
ＥＮ３４９ 「機械類の安全性－人体の一部の圧壊を避けるための最小隙間」
ＥＮ９５３ 「機械類の安全性－ガードの設計および構造のための一般的要求」
ＥＮ９５４ 「機械類の安全性－制御システムの安全関連部」
ANSI Z535「安全標識、警告ラベル基準」

（４）対象設備のリスクの再評価

試作部門で製品認定時に実施している。（安全設計基準のステップ８、９）

（５）このリスクアセスメント手法には、制御系のリスクアセスメントを含んでいるか？

含んでいる。詳細は「安全設計の作業手順／安全評価表」に記載している

３．具体的な機械設備のリスクアセスメント実施状況と実施内容

3.1　リスクアセスメント実施対象設備の概要

（１）対象機械設備の名称

立形マシニングセンタ（Ｈ１７年２月に自社商品認定を得た製品）

（２）設備概要と主な仕様（諸元、エネルギーの大きさ等）

軸移動量	Ｘ軸 × Ｙ軸 × Ｚ軸　1.5×0.7×0.7ｍ
主軸回転数	標準８，０００　ｍｉｎ$^{-1}$
送り速度	４０ｍ／ｍｉｎ
主軸用電動機	7.5ｋＷ
送り軸用電動機	４ｋＷ
機械の大きさ	約３ｍＨ×３ｍＷ×３ｍＤ
機械質量	約１２，０００ｋｇ

（３）使用の形態

通常は単体機としているが、客先の要求によっては、複合設備、ライン設備としても製造する。

（４）運転モードの種類と制限

・運転モードは自動運転モード、ＭＤＩ運転モード、手動運転モードの３種類があり、切替えは操作パネルの押しボタンで行う。

・リスクアセスメントは、これらのすべてについて実施している。

・主軸回転、軸送り速度、ＡＴＣ動作等を前面ドアやＡＴＣマガジンのドアの開閉状態により制限する。ＥＮ規格がプロダクションモード、セッティングモード、テストモードでの動作について規定しているので、それに沿った内容の制限をかけている。

3.2　リスクアセスメントの実施時期

（１）新開発機のリスクアセスメントは、

①詳細設計時

②実機評価時

③製品認定時

に実施している。

（２）上記以外、一般的には、

①準拠している規格が改定された時

②仕様変更、仕様追加の場合の設計時

③納入据付時に安全上の不具合が発生した時

④安全に関わるクレームが発生した時

等に見直しを実施する。本機は、現状では特に問題がなく、（１）項以外のリスクアセスメントは行っていない。

３．３　対象設備のリスクアセスメント

（１）具体的なリスクアセスメント実施手順

「安全設計の作業手順フロー」に従って実施した。詳細内容の一部は資料５「安全設計の作業手順／安全評価」の通りである。

（２）リスクの再評価の内容

具体例として、

①ドア開閉に３０Ｎ以上の力が必要であり、作業者の負荷が大きくなる。

②前面ドア両側の内側にある鋼製ワイパーがドア開閉時、手に接触して、切傷を負う危険がある。

の２点があった。

３．４　リスクアセスメントに基づいた安全方策

（１）安全方策の具体的実施内容（技術的対策）

実機評価時、不具合と評価された

①ドア開閉に３０Ｎ以上の力が必要であり、作業者の負荷が大きくなる。

に関しては設計を変更して負荷の軽減を図り、解決した。

②前面ドア両側の内側にある鋼製ワイパーがドア開閉時、手に接触して、切傷を負う危険がある。

に関しては、構造を変えて解決した。

（２）その実施に当たっての技術的およびコスト的な問題点と解決策

安全に必要なコストは費やすとの考え方で対応している。国内向けを含む全機をＣＥマーキング要求国仕様で製造する方向であり、短期的にはコストアップになるが、長期的には標準化等の効果が利いてきてコストダウンできる。

３．５　使用上の情報の作成（残留リスクの処置）

（１）残留リスク情報の記録

残留リスク情報は、資料５「安全設計の作業手順／安全評価」に記載する一方、１３種類の安全銘板を整備した。機械への貼付場所も指示している。

（２）使用上の情報をユーザーへ周知する方法

機械搬入前：カタログ、機械受け入れ準備マニュアルに記載。

機械納入時：取扱説明書に記載、安全銘板を貼付して表示、据付時のユーザーへの操作指導実施。

なお、油性切削液の使用による火災の危険については、販売時に営業員から説明している（カタログにも表記）。

（３）その他、使用上の情報に関する問題点等

本機については、特に問題点はない。

過去の事例として、営業員、サービス員が機械の納入先に出向いて伝達した例がある。

過去、マシニングセンタでマグネシウム合金の切削加工時に加工条件上の問題（推定）により火災が発生し、同様の加工をしているユーザーにその情報を伝えたことがある。

４　リスクアセスメントの取り組みで顕在化した問題点とその解決策および課題等

4.1　問題点の内容：

（１）欧米の安全規格等の情報収集において、最新規格の情報入手に問題があると感じている。新規格や改定規格情報のタイムリーな入手、特にＥＮ規格の早期入手に困難を感じている。

4.2　その解決策

（１）現状では、規格が新しくなっているかどうかは、海外のホームページにアクセスして見る方法しかとれない。

4.3　今後の課題

（１）標準機にオプションや専用仕様を新に設計した時のリスクアセスメントの励行。どこまでの規模のものを、どこまで実施するか、ルール化する必要がある。現状は担当者の判断に頼って実施するか否かを決めている。

５　これまでにユーザーから受けたフィードバック事項：

5.1　その具体的な内容（と対応）の一例

（１）本機については、現在のところフィードバックはない。

（２）他機種では、マシニングセンタと組み合わせて設置するローダー／アンローダーと機械本体との接続部分（境界部分）での、防護カバーの不足を指摘されたことがあり、次からの設計で修正した例がある。

６　リスクアセスメントへの取り組みによって得られた効果

6.1　有形効果：

（１）ユーザーの使用上のミスではあったが、火災事例が発生したことから、取扱説明書の記述、安全銘板の表示等を充実させた。（油性切削油使用時、夜間無人運転時およびマグネシウム合金切削時などの注意事項に関する内容）。

６．２　無形効果：

（１）設計者（主に新開発機の設計担当者）が安全設計に関する意識を強く持つようになった。

６．３　投下費用

（１）安全性向上にかかるコストは、安全設計の標準化および安全性に配慮した機械は販売促進効果があること等により吸収できる。

６．４　その他、問題点など

（１）労災のデータから工作機械関連の事故統計を取り出して、まとめて公表してほしい。それが新たな安全設計への配慮につながることになる。

（２）リスクアセスメントのリスク見積りにおいて、「発生頻度」や「重大性」を判断する時のオフィシャルな区分基準が欲しい。現在の区分基準はあいまいで、リスクアセスメント実施者によって判断にバラツキが出てしまう。